

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-64141

(43) 公開日 平成9年(1997)3月7日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/66			H 0 1 L 21/66	Y
G 0 1 R 31/26			G 0 1 R 31/26	G
H 0 1 L 21/3205			H 0 1 L 21/88	Z
21/321			21/92	6 0 4 T

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平7-211822

(22) 出願日 平成7年(1995)8月21日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 松 尾 美 恵

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会  
社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 金 子 尚 史

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会  
社東芝研究開発センター内

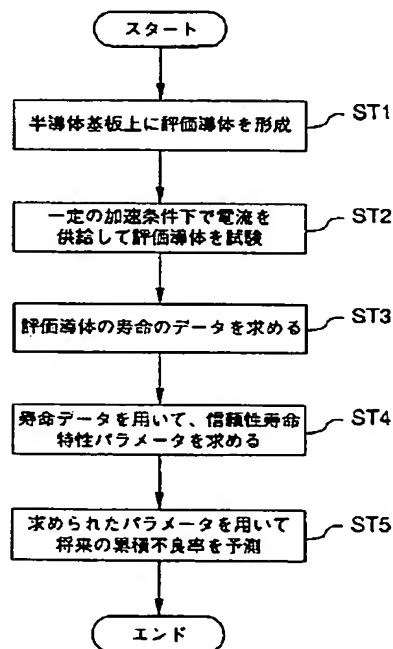
(74) 代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 半導体装置における導体評価方法及び導体評価システム

(57) 【要約】

【課題】 加工寸法等による初期抵抗のばらつきに起因する寿命ばらつきを除去して配線本来の正確な評価を行ない、評価サンプル数、評価経費、評価時間を大幅に削減することを目的としている。

【解決手段】 配線初期抵抗の異なる配線を準備し、そのサンプルを温度の判明している雰囲気保持し、一定電流を付加する。配線初期抵抗が異なることから、各配線の温度、電流密度は異なり、T T F は試験を行なったときの配線温度と電流密度をパラメータにもつ関数となる。これをブラックの関係式に当てはめ、最小二乗法によって、回帰を行ない、推定値である E a 及び n を求める。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体装置における電極及び金属配線のうちの少なくとも一方を含む評価導体についてその信頼性を評価する半導体装置における導体評価方法において、初期抵抗が所定の範囲内となるようにして前記評価導体を半導体基板上に形成するステップと、前記導体に対して同一温度及び同一電流とした一定の加速条件の下で、電流を供給することにより前記評価導体の信頼性を試験するステップと、前記所定の範囲内の初期抵抗及び前記一定の加速条件で負荷を印加したときの抵抗値、及び前記信頼性を試験するステップにおける前記評価導体の寿命に関するデータを求めるステップと、

\*

$$TTF = A' J^a \exp(Ea/k_b T) \quad \dots\dots (A)$$

但し、Jは電流密度(A/cm<sup>2</sup>)、Eaは活性化エネルギー(eV)、k<sub>b</sub>はボルツマン常数(eV/K)、Tは配線温度(K)、Aは定数、により求めることを特徴とする請求項1に記載された半導体装置における導体評価方法。

【請求項4】所定の範囲の初期抵抗を有して半導体基板上に形成された電極及び金属配線のうち何れか一方を少なくとも含む評価導体の信頼性を評価するための半導体装置における導体評価システムにおいて、所望のパターンで評価対象である前記評価導体が所定のパターンで形成された半導体基板を載置するステージと、前記評価導体と評価用電流供給用電極針との位置合わせのために前記ステージ上に載置された半導体基板を位置決めする位置決め機構と、所定の温度及び電流の供給が可能な所定条件維持機構とを備える評価試験室と、前記評価試験室に所定の温度を供給する温度供給手段と、前記評価試験室に前記電極針を介して所定の加速電流を供給する電流供給手段と、前記評価試験室内への前記半導体基板の設置、前記半導体基板の位置決め、供給される温度及び電流、抵抗値及び寿命データの測定、の制御を行なう制御手段と、を備えることを特徴とする半導体装置における導体評価システム。

【請求項5】前記評価試験室は、所定条件を付与して電流を供給し抵抗値及び寿命を測定するための主室と、主室に半導体基板を搬入する前に半導体基板の載置及び位置決めを行なうための準備室と、を備えることを特徴とする請求項4に記載された半導体装置における導体評価システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体装置の評価方法及び評価装置に係り、特に金属配線又は電極の評価方法及び評価装置に関する。

## 【0002】

2

\* 前記ステップにより求められた前記抵抗値及び寿命に関するデータを用いて信頼性寿命特性を示すパラメータを求めるステップと、前記ステップにより求められたパラメータを用いて将来の累積不良率を予測するステップと、を含む半導体装置における導体評価方法。

【請求項2】前記初期抵抗の所定範囲は、±15%であり、更に望ましくは、±10%に設定されていることを特徴とする請求項1に記載された半導体装置における導体評価方法。

【請求項3】前記信頼性寿命特性を示すパラメータをTTFとすると、このTTFは下記のブラックの式(A)

【従来の技術】近年、半導体装置の高集積化はますます進む一方であり、構成素子の微細化及び多層化が急激に進められている。又、このような微細化と共に、配線の高信頼化は、メモリデバイスはもとより、特にCPU(セントラルプロセッシングユニット)、MPU(マイクロプロセッサユニット)等に代表されるロジックデバイスにおいては、動作温度、許容電流密度の向上が強く要求されている。

【0003】一般に、半導体装置の信頼性は、故障率10FIT(105・デバイス時間に累積不良率0.1%すなわち、10年後の累積不良率0.1%)の保証がなされているが、デバイスの高性能化に伴って、10FITを1FITにしようとする要求が高まっている。又、不良発生率を低く抑え且つ、デバイス動作温度と許容電流密度の引き上げは、高性能化を進めるに当たってはなくてはならないアイテムである。

【0004】しかし、このような高性能化、高信頼化が進めば進むほど、信頼性を評価する試験が膨大な時間に及ぶという問題がある。従来、半導体装置の金属配線又は電極の信頼性評価方法は、次のように行なわれてきた。図9は従来の試験方法手順を示すフローチャートである。例えば、配線幅1.0μmの配線のエレクトロマイグレーション試験を行なう場合(ステップS101)、幅1.0μmで作られた配線のチップを150個程度準備し(ステップS102)、これを150℃(ステップS111)、200℃(ステップS121)、250℃(ステップS131)に設定されたオープンに設置する。これに所望の加速電流密度2.0×10<sup>6</sup> A/cm<sup>2</sup>となる一定電流を流し続け(ステップS112、S122、S132)、配線が破断(配線抵抗が無限大)になる時間すなわち寿命時間(TTF: Time To Failure)を測定し、これを統計的な解析を行なって不良分布のパラメータを推定する。一般に、これまで示したエレクトロマイグレーション試験の不良分布は対数正規分布であることが知られており、対数正規分布のパラメータは中間寿命時間(Median Time To Failure -

50

3

MTTF)と標準偏差 $\sigma$ である。ステップS140において、下記のブラックの式より、MTTFにおける $n$ 及び $E_a$ が求められ、次いでステップS150において、下式より $t=10$ (年)で $F(t)=0.1\%$ (10FIT)となる動作温度及び許容電流密度が求められる。

【0005】図7は実際に得られたエレクトロマイグレーション試験結果を対数正規確率紙にプロットしたもの\*

$$MTTF = A(J)^{-n} \exp(E_a/k_b T) \quad \dots\dots\dots (1)$$

但し、 $J$  : 電流密度 ( $A/cm^2$ )

$E_a$  : 活性化エネルギー (eV)

$k_b$  : ボルツマン常数 (eV/K)

$T$  : 配線温度 (K)

$A$  : 定数。

【0006】上記式に基づき、エレクトロマイグレーション\*

4

で、これから $MTTF=800$ 時間、 $\sigma=0.7$ が得られた。これと同様の操作を加速電流密度 $1.0 \times 10^6 A/cm^2$ 、 $3.0 \times 10^6 A/cm^2$ についても行ない、MTTFと $\sigma$ をそれぞれ求める。又、エレクトロマイグレーション試験の中間寿命時間(MTTF)には、一般に式(1)のブラックの式に係る関係式が成り立つ。

10※ ヨン試験により得られたMTTFから、配線温度依存性すなわち $E_a$ と、電流密度依存性すなわち $n$ を求め、対数正規分布の累積分布関数 $F$ は、下式

【0007】

【数1】

$$F(t) = \int_0^t \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma u} \exp\left\{-\frac{(\ln u - \ln (MTTF))^2}{2\sigma^2}\right\} du$$

より10FITの許容動作温度、許容電流密度を算出する。以上の操作を各配線幅について行ない、それぞれの配線幅における許容動作温度、許容電流密度を算出し、このデータを元にユーザに対して信頼性保証を行なう。しかし、以上示した従来の評価方法によると次のような問題がある。

【0008】従来の方法によると、まず、評価を行なうサンプルの配線幅、配線温度、電流密度を厳密に揃えておく必要がある。その理由は、従来方法では配線を製造する際の製造ばらつき、例えば配線膜厚、配線幅の加工等による配線初期抵抗のばらつきが、評価結果に含まれるからである。しかし、製造上においても、評価上においてもばらつきは本質的に生じるものであり、例えば、配線温度一つをとっても、オープン内の温度を同条件のサンプルに対して正確に同じにする必要があり、しかも配線温度は配線抵抗が異なると、加速電流密度をかけたときのジュール熱による温度上昇も異なり、同じ温度で試験しているはずの配線温度が実際は違うという結果になる。

【0009】また、配線抵抗値が異なれば、電流密度も各配線で異なるという結果になる。つまりは配線一本一本で加速条件が異なり、不良率分布がつかめない。

【0010】さらに、各配線幅、配線温度、加速電流密度の条件に対して、多くのサンプルを準備し、長い時間をかけて試験をしなければならず、経費と時間がかかるという問題があった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記問題点を解決するため本発明は、半導体装置における評価導体を構成する金属配線や電極等の形状の不揃いに起因する導体の寿命のばらつきや不揃いを評価要素より除外することによ

20 り、配線本来の寿命を簡易かつ正確に把握することのできる半導体装置における導体評価方法及び導体評価システムを提供することを目的としている。

【0012】また、一定の加速条件下において導体評価用の一定電流を供給することにより抵抗値等の寿命データを検出するだけで少ないサンプル数で簡易かつ正確な導体の評価を行なうことのできる半導体装置における導体評価方法及び導体評価システムを提供することをも目的としている。

【0013】

30 【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明に係る半導体装置における導体評価方法は、半導体装置における電極及び金属配線のうちの少なくとも一方を含む評価導体についてその信頼性を評価する半導体装置における導体評価方法において、初期抵抗が所定の範囲内となるようにして前記評価導体を半導体基板上に形成するステップと、前記導体に対して同一温度及び同一電流とした一定の加速条件の下で、電流を供給することにより前記評価導体の信頼性を試験するステップと、前記所定の範囲内の初期抵抗及び前記一定の加速条件で負荷を印加したときの抵抗値、及び前記信頼性を試験するステップにおける前記評価導体の寿命に関するデータを求めるステップと、前記ステップにより求められた前記抵抗値及び寿命に関するデータを用いて信頼性寿命特性を示すパラメータを求めるステップと、前記ステップにより求められたパラメータを用いて将来の累積不良率を予測するステップと、を含むものである。

40 【0014】上記ステップを含む導体評価方法において、前記初期抵抗の所定範囲は、評価導体の寿命に関するデータにおいて、寿命特性の配線幅依存性あるいは膜厚依存性の特性がそこなわれない範囲であり、具体的に

は、 $\pm 15\%$ であり、更に望ましくは、 $\pm 10\%$ に設定するように構成しても良い。

【0015】さらに、上記構成において、前記信頼性寿命特性を示すパラメータをTTFとすると、このTTFは下記のブラックの式

$$TTF = A' J^n \exp(E_a/k_b T) \dots\dots (A)$$
  
(但し、Jは電流密度(A/cm<sup>2</sup>)、E<sub>a</sub>は活性化エネルギー(eV)、k<sub>b</sub>はボルツマン定数(eV/K)、Tは配線温度(K)、Aは定数、)により求めるようにしても良い。

【0016】さらに、本発明に係る半導体装置における導体評価システムは、所定の範囲の初期抵抗を有して半導体基板上に形成された電極及び金属配線うち何れか一方を少なくとも含む評価導体の信頼性を評価するものにおいて、所望のパターンで評価対象である前記評価導体が所定のパターンで形成された半導体基板を載置するステージと、前記評価導体と評価用電流供給用電極針との位置合わせのために前記ステージ上に載置された半導体基板を位置決めする位置決め機構と、所定の温度及び電流の供給が可能な所定条件維持機構とを備える評価試験室と前記評価試験室に所定の温度を供給する温度供給手段と、前記評価試験室に前記電極針を介して所定の加速電流を供給する電流供給手段と、前記評価試験室内への前記半導体基板の設置、前記半導体基板の位置決め、供給される温度及び電流、抵抗値及び寿命データの測定、の制御を行なう制御手段と、を備えることを特徴としている。

【0017】また、上記構成を備える導体評価システムにおいて、前記評価試験室は、所定条件を付与して電流を供給し抵抗値及び寿命を測定するための主室と、主室に半導体基板を搬入する前に半導体基板の載置及び位置決めを行なうための準備室と、を備えることを特徴としている。

【0018】上記課題を解決するために、本発明では次のような手順で評価を行なう。製造工程上、或いは評価上生じるばらつきを許容し、始めから、配線初期抵抗のばらつきのある配線を準備する。そのサンプルを温度の判明している雰囲気保持し、一定電流を負荷する。配線初期抵抗のばらつきから、各配線の温度、電流密度は異なり、TTFは試験を行なったときの配線温度と電流密度をパラメータにもつ関数となる。これをブラックの関係式に当てはめ、最小二乗法によって、回帰を行ない、推定値であるE<sub>a</sub>及びnを求める。寿命ばらつきは、最小二乗法によって求めた推定値からのずれを用いるようにしている。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施例を詳細に説明する。図1は本発明に係る半導体装置における導体評価方法の基本概念を示すフローチャートである。この評価方法は、半導体装置における電極

及び金属配線のうちの少なくとも一方を含む評価導体についてその信頼性を評価する物であり、図において、第1のステップST1は初期抵抗が所定の範囲内となるようにして前記評価導体を半導体基板上に形成するステップである。次に、第2のステップST2において、前記導体に対して同一温度及び同一電流とした一定の加速条件の下で電流を供給することにより前記評価導体の信頼性が試験される。その後、第3のステップST3において、前記所定の範囲内の初期抵抗及び前記一定の加速条件で加速電流が供給されたときの抵抗値及び前記信頼性を試験する前記第2のステップST2における前記評価導体の寿命に関するデータが求められる。次の第4のステップST4においては、前記第3のステップST3により求められた前記抵抗値及び寿命に関するデータを用いて信頼性寿命特性を示すパラメータが求められる。最後に、第5のステップST5において、前記第4のステップST4により求められたパラメータを用いて将来の累積不良率が予測される。

【0020】図2は本発明の第1の実施の形態に係る半導体装置における導体評価方法の評価手順を示すフローチャートである。評価対象の導体としては半導体基板上に形成される金属配線を例にして説明を行なう。

【0021】まず、評価しようとする配線幅の初期抵抗が $\pm 15\%$ であるストライプ配線を準備する。配線の抵抗は、一般に、配線の断面積に反比例する。本実施例では、配線を加工する際の、リソグラフィの露光時間を調整して、幅が異なるサンプルを作製した。この場合においては、配線幅に依存する配線寿命を評価をすることができる。また、配線抵抗は、配線の厚さを変えたサンプルを作製しても良い。この場合には、膜厚に依存する配線寿命の評価を行なうことになる。したがって配線幅及び配線の厚さの上位概念としては金属配線の断面積を考えることができる。本実施例では、配線の長さが3.0mm、構造Al-0.5Cu/TiN/Tiの積層配線で、膜厚を一定とした0.6/0.07/0.03(μm)である配線を用い、室温(25℃)における配線初期抵抗が、108.5~146.8Ωであるサンプルを30個準備した。配線初期抵抗の測定には、ジュール熱による抵抗の上昇が無視出来る程度の低電流を印加する事が必要であり、ここでは、5.0mAの電流を流して抵抗を測定した。配線幅は0.87~1.18μmであった。これらのサンプルを200℃に温度制御され、不活性ガス例えばN<sub>2</sub>雰囲気に保たれたオープンに設置し、配線の周囲の温度が一定となったところで、再び5.0mAの電流を流し、配線抵抗を測定する。室温での抵抗と200℃での抵抗からそれぞれの配線の温度上昇に対する抵抗の増加、すなわち温度係数を割り出す。室温と200℃の間の温度例えば、150℃での抵抗を測定して、3点のデータから温度係数を割り出すと尚良

い。各サンプルの温度は、温度が厳しく制御された例え

ばオープン内温度が±1℃に制御されたオープンを用いて、サンプルの温度を測定後、校正しても良いが、チップ上の配線寿命を評価する配線の隣に、温度測定用のパターン（例えばケルビンパターン）を形成しておき、常時温度をモニターしながら、測定を行なっても良い。このときのオープン内の温度分布はそれほど厳しく制御する必要は無いが、少なくとも試験中は温度が一定である必要はある。要は、評価を行なう配線の初期抵抗（加速電流密度を加える前の抵抗）と、評価を行なう配線の周囲の温度が正確に把握できれば良い。ここで、配線を評価する一定電流である15.0mAの電流を評価する30個の配線に供給する。本第1の実施の形態の場合は、1.82～2.46A/cm<sup>2</sup>の加速電流密度で試験を行なうことになった。又、このときのジュール熱による抵抗上昇と温度係数から、配線の試験中の温度を割り\*

$$TTF = A(J)^{-n} \exp \{E_a / k_b T\} \quad \dots\dots (3)$$

によって温度依存性（ $E_a$ ）、電流密度依存性（ $n$ ）、定数 $A$ 、を最小二乗法により求める。本実施例の場合、 $E_a = 0.82 \text{ eV}$ 、 $n = 2.6$ という値が得られた。又、得られた $E_a$ と $n$ から、配線温度200℃、電流密度2.0×106A/cm<sup>2</sup>における配線寿命に補正を行ない、対数正規分布にプロットすると、図4に示ようになる。正規対数分布によるばらつき $\sigma$ 、中間寿命MTTFを求め、 $E_a$ と $n$ から、配線の信頼性を評価することになる。この配線の10FITにおける許容動作温度及び許容電流密度を求めて、これをデバイスの設計に用いる。また、この第1の実施の形態においては、ストライプ配線の評価方法について説明したが、多層配線における評価においても同様である。

【0022】以上、本発明による半導体装置における導体評価方法に対しては、配線の初期抵抗と配線周囲の温度とを正確に評価できる装置が不可欠である。これは、配線の信頼性の評価は、配線抵抗に対して、他の寄生抵抗（評価しようとするアルミニウム-A1-配線から、電流供給、電圧測定装置までの間の寄生抵抗）が十分に小さい事が必要である。従来、配線の評価には、セラミックパッケージに評価TEGパターンを形成したチップをアッセンブリし、パッケージごとオープンの中に設置して、評価を行なっていた。この方法によっても寄生抵抗が十分に小さければ問題はないが、半導体装置の微細化の趨勢に伴ないこれから評価しようとする配線は更に微細化し、わずかな寄生抵抗も無視できなくなることが予想される。そのため、寄生抵抗が小さく、アッセンブリの手間もかからない、ウエハーレベルの評価が有用となる。

【0023】本発明の第2の実施の形態に係る半導体装置における導体評価システムについて図5に従い説明する。図5において、導体評価システムは、所定の範囲の初期抵抗を有して半導体基板上に形成された電極及び金属配線のうち何れか一方を少なくとも含む評価導体の信

\*出し、211～235℃であることが判った。加速電流を印加し、抵抗が一定となった時間から、配線がエレクトロマイグレーションにより破断となった時間すなわち個々の配線の寿命を測定する。積層配線の場合、エレクトロマイグレーションによってボイドが発生しても、配線の抵抗が無限大になるまでの時間がかなりかかるので、配線抵抗がある程度上昇したところ、例えば10%抵抗が上昇したところで破断とみなしている。図3はこの第1の実施の形態において得られた配線寿命の対数正規分布である。当然のことながら、この結果には、配線幅、配線温度、加速電流密度のばらつきが含まれている。そこで、個々の配線温度、初期抵抗すなわち配線の電流密度、配線寿命（TTF）から、ブラックの式に当てはめ、

信頼性を評価するためのものであり、その具体的な構成は、所望のパターンで評価対象である前記評価導体が所定のパターンで形成された半導体基板1を載置するステージ2と、前記評価導体と評価用電流供給用電極針3との位置合わせのために前記ステージ2上に載置された半導体基板1を位置決めするための位置決め機構4と、所定の温度及び電流の供給が可能な所定条件維持機構5とを備える評価試験室6を備えている。このシステムは、更に、前記評価試験室6の所定条件維持機構5に所定の温度を供給する温度供給手段7と、前記評価試験室6に前記電極針3を介して所定の加速電流を供給する電流供給手段8と、前記評価試験室内への前記半導体基板の設置、前記半導体基板の位置決め、供給される温度及び電流、抵抗値及び寿命データの測定等の制御を行なう制御手段9をも備えている。

【0024】この評価システムの更に具体的な構成としては、例えば、図6及び図7に示される第3及び第4の実施の形態に係る導体評価システムがある。第3の実施の形態に係る評価システムは1つの評価試験室において半導体基板の位置決めから評価試験までを一貫して行なう例であり、第4の実施の形態に係る評価システムは準備室と主室とを備えている例である。

【0025】図6に示す第3の実施の形態に係る導体評価システムは、図6中の評価クラスターツールによってウエハー上での加速試験を行なう。装置構成は、ヒータを備えるウエハステージ11を有しウエハと評価用電極となるプローブカードとをセッティングする評価試験室10と、ガス導入バルブ15及びガス導出バルブ16を備える雰囲気調整装置17と、定電流源及び電圧測定を行なう測定装置18と、評価試験室10、雰囲気調整装置17及び測定装置18を制御する制御用コンピュータ19とより構成されている。

【0026】図7に示す第4の実施の形態に係る導体評価システムは、図6における評価試験室10を主室側装

置20と準備室側装置30との2つの構成部分より構成したものである。主室20は、ヒータを有するウエハーステージ21を備えたメインチャンバー22を備え、雰囲気調整装置27、定電流源及び電圧測定を行なう測定装置28、制御用コンピュータ29に接続されている。また、ウエハと評価用電極となる針を備えたプローブカード32とをセッティングする準備室33、ウエハ31を格納するウエハカセット室34、プローブカード32を格納するカードカセット室35も接続されている。このような構成において、メインチャンバー22内の雰囲気気をコントロールするため前記雰囲気調整装置27のガス導入/導出バルブ25及び26は、所定のプログラムにより他の構成装置と共に制御用コンピュータ29により制御されている。

【0027】上記構成において、評価試験は概略すると以下の手順により行なわれる。コンピュータ29は、準備室30で、評価を行なうウエハ31とプローブカード32をセッティングする。ウエハ34上にはエレクトロマイグレーション試験用TEGパターンが形成されており、TEGパターンの電極パットの位置に合わせた電極針がプローブカード405に設置されている。メインチャンバー22にゲートバルブ23を介して接続された準備室33には、ウエハ31とプローブカード32とを位置合わせしてセッティングする機構が具備されており、準備室からメインチャンバーへのセッティングされたプローブカードとウエハの搬送系も具備している。位置合わせ機構とは、例えば、光学顕微鏡とCCDカメラ、XYステージの組み合わせで、ウエハ上の電極パットと電極針の位置が合ったところで、針をウエハに落とし、ウエハとカードがずれないようにセッティングする。

【0028】図8はメインチャンバー22のA-A'切断線における断面図で、準備室33でセッティングされたウエハ31と、電極針32を有したプローブカード32は、ゲートバルブを通してカードの電極取り出し部42が電流供給系のソケット口43に挿入される。ウエハとプローブカードとの間にはバネを内蔵したスペーサー44がカード側に設置されており、針と電極パットとの間に過大な力がかかって針が損傷しないようにしている。又、ウエハとプローブカードが位置ずれないように止め治具45によって固定されている。ウエハとカードがソケットに挿入されてメインチャンバ内の位置が決まった後、ヒータ46を備えたステージ47が上に上がり、ウエハ裏面に密着する。ウエハ内の温度を均一化しウエハとヒータの密着性を向上させるために真空によるチャック、メカニカルチャックを設置すると尚良い。

【0029】次に、コンピュータは、メインチャンバー22内を設定された雰囲気気に制御する。例えば、精製された窒素ガスを1.2気圧の圧力でチャンバーに導入

し、空気(酸素)を不活性ガスである窒素に置換する。このとき、チャンバーに酸素濃度計を設置しておき、モニターしておいてもよい。又、チャンバーに真空装置を接続し、チャンバー内を一旦真空に引いてから、所望のガス、不活性ガスや水素ガス等、により雰囲気、圧力をコントロールしても良い。雰囲気を制御した後、ヒータの温度をコントロールしながら、各TEGパターンに定電流を印加する。その手順は図1及び図2に示したフローチャートによる。

【0030】又、ウエハ上の電極パッドとのコンタクトの方法については、電極パッドにCuのバンプ(突起状電極)をメッキにより設け、耐熱性樹脂シート、例えばポリイミド樹脂シートにCu配線をプリントした薄膜基板にウエハをアセンブリして評価してもよい。

【0031】以上、説明した評価の手順、装置の操作を全てコンピュータ制御により自動的に行なうことによって、ウエハの設置、抵抗測定、オープン又はヒータ温度の上昇、制御、電流の印加、寿命測定、分析、計算、補正、許容動作温度、許容電流密度の算出まで、効率よく行なう事ができる。又、温度上昇時、電流印加時の抵抗の変化や、寿命時間の分布等、上記実施例に示した条件と合わなかった場合、例えば、温度が上昇しても抵抗が上がりなかったり、寿命分布で、明らかに対数正規分布と一致しないデータが含まれている場合にはフィールドバックをかけることも可能である。

【0032】

【発明の効果】本発明によると、サンプルの製造上のばらつきや、評価上のばらつきをのぞいた配線の実力をより正確に評価することが出来る。また、評価サンプル数、評価時間も従来例の約5分の1で済み、経費の削減、コストの低減を行なうことができる。

【0033】以上のように、配線の形状ばらつきによる寿命のばらつきを除去することができ、配線本来の実力をより正確に把握する事ができる。また、従来、配線の評価パラメータであるEaやnを算出する為に、評価サンプルが150個以上必要であったが、約5分の1の数で済み、時間の効率化を行なう事ができる。又、本発明によると、評価時間及び経費を大幅に削減する事が出来、開発経費も少なく済み、ひいてはデバイスのコストも下げる事ができる。さらには、製造工程上の品質管理(QC)においても有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る導体評価方法を示すフローチャート。

【図2】本発明の第1の実施の形態のより具体的な例による導体評価方法を示すフローチャート。

【図3】図2の導体評価方法により得られた配線寿命の対数正規分布(実験値)を示す特性図。

【図4】第1の実施の形態における補正後の配線寿命の対数正規分布を示す特性図。

11

【図5】本発明の第2の実施の形態に係る半導体装置における導体評価システムの構成を示すブロック図。

【図6】本発明の第3の実施の形態に係る導体評価システムの構成を示すブロック図。

【図7】本発明の第4の実施の形態に係る導体評価装置（クラスターツール）を示すブロック図。

【図8】図7の評価装置におけるメインチャンバの断面詳細を示す断面図。

【図9】従来の半導体装置の導体評価方法を示すフローチャート。

【図10】従来の評価方法によって得られた配線寿命の対数正規分布を示す特性図。

【符号の説明】

ST1 評価導体形成ステップ

\*

12

\* ST2 評価導体試験ステップ

ST3 寿命データ算出ステップ

ST4 信頼性寿命特性パラメータ算出ステップ

ST5 累積不良率予測ステップ

1 半導体基板

2 ステージ

3 電極針

4 位置決め機構

5 所定条件維持機構

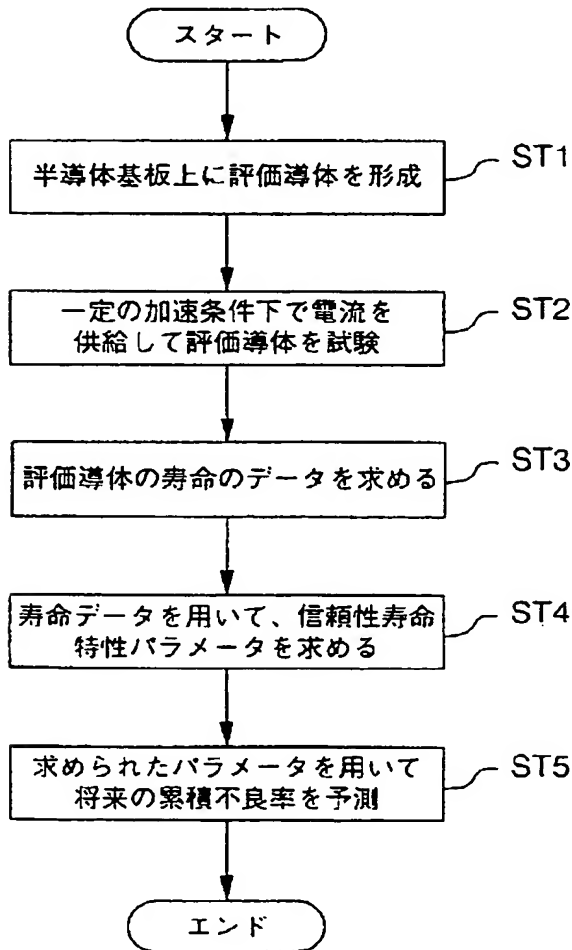
10 6 評価試験室

7 温度供給手段

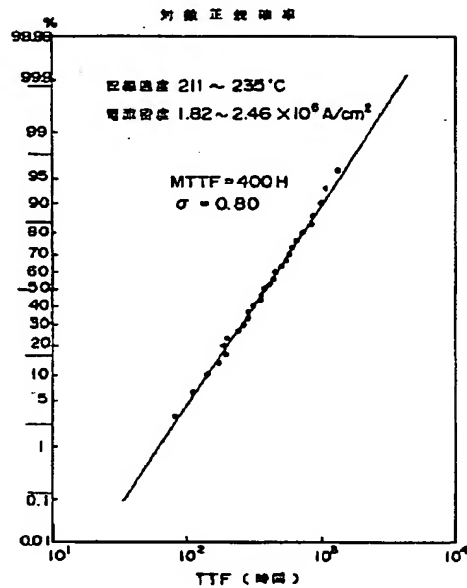
8 電流供給手段

9 制御手段

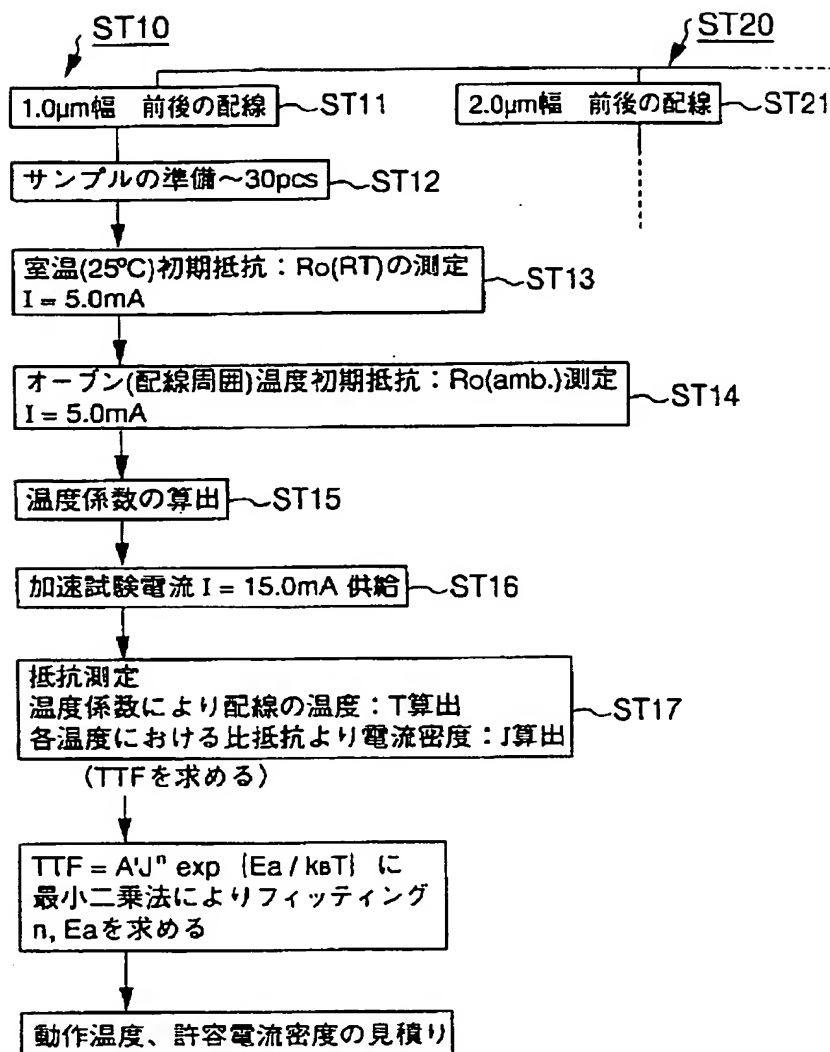
【図1】



【図3】

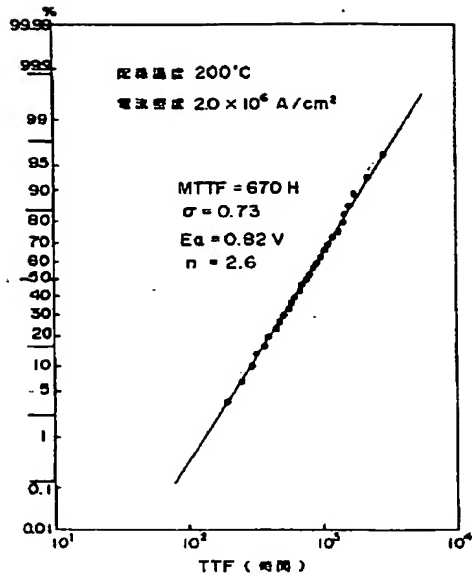


【図2】

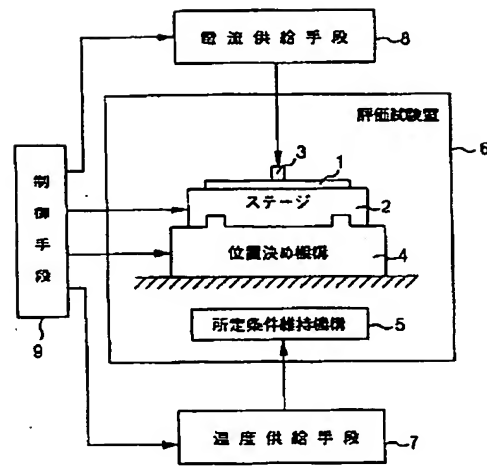




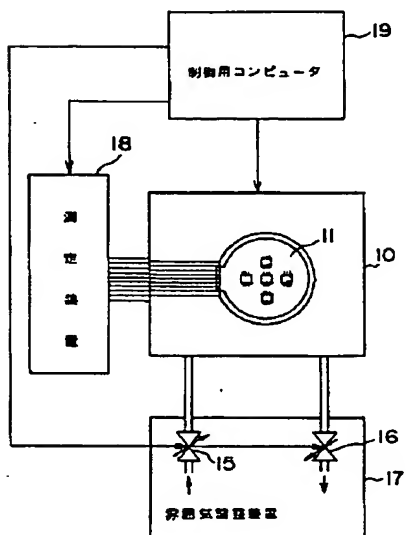
【図4】



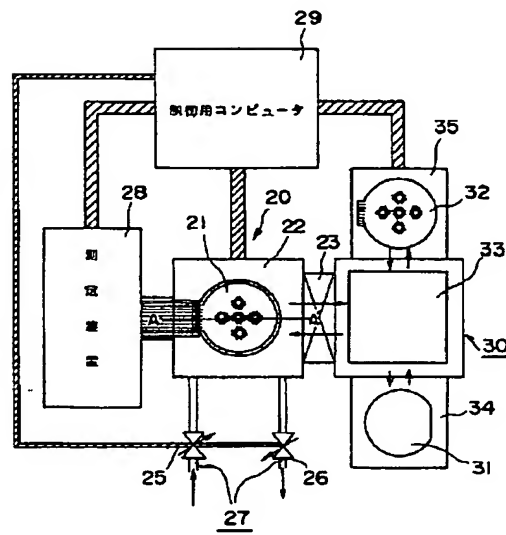
【図5】



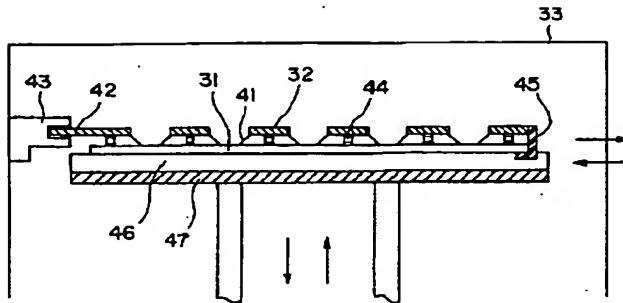
【図6】



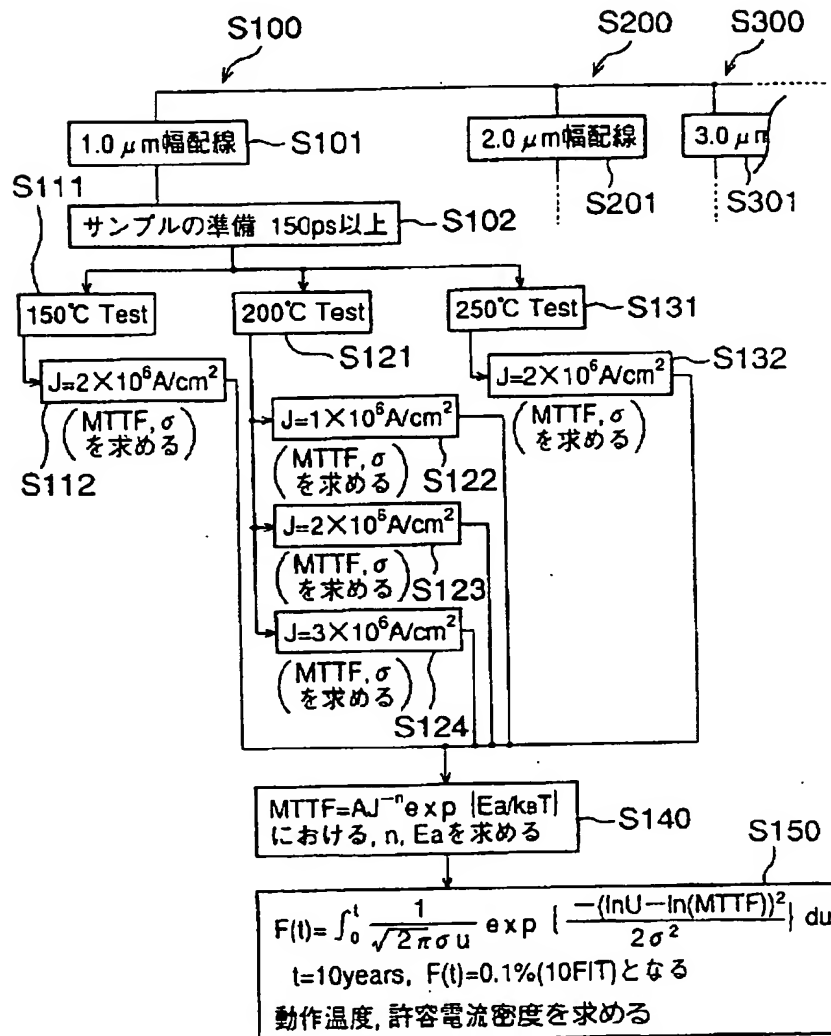
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

